

# Piezelektrický transformátor jako zdroj napětí pro Geiger-Müllerův detektor

Pavel Valenta

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

valpav@kae.zcu.cz

## Piezoelectric Transformer as a Power Supply for Geiger-Müller tube

**Abstract** – Radiation detectors such as Geiger-Müller tubes need a high-voltage power supply for operation. The supply voltage can be in the range from 100 V to 1000 V. Piezoelectric transformers are able to generate desired voltage. In this article the possibilities of utilizing Rosen type piezoelectric transformers for this purpose is describe.

**Keywords** – Detector; Geiger-Müller; High-voltage; Piezoelectric transformer; Power supply

### I. ÚVOD

Detektory ionizujícího záření, jako například Geiger-Müllerova trubice, vyžadují pro svoji činnost vysoké napájecí napětí. Toto napětí může být v řádu 100 V až 1 kV. Těmito detektory mohou být vybaveny malé ruční dozimetry. V tomto případě je napájení řešeno pomocí baterie a přístroj musí být vybaven měničem, který generuje potřebné napájecí napětí.

Piezelektrické transformátory Rosenova typu dosahují vysokého napět'ového převodu, mají malé rozměry a nízkou hmotnost. Právě díky těmto vlastnostem se jeví jako velmi vhodné pro použití v malých přenosných přístrojích. V tomto článku je nastíněna možnost využití těchto PT právě pro tyto účely.

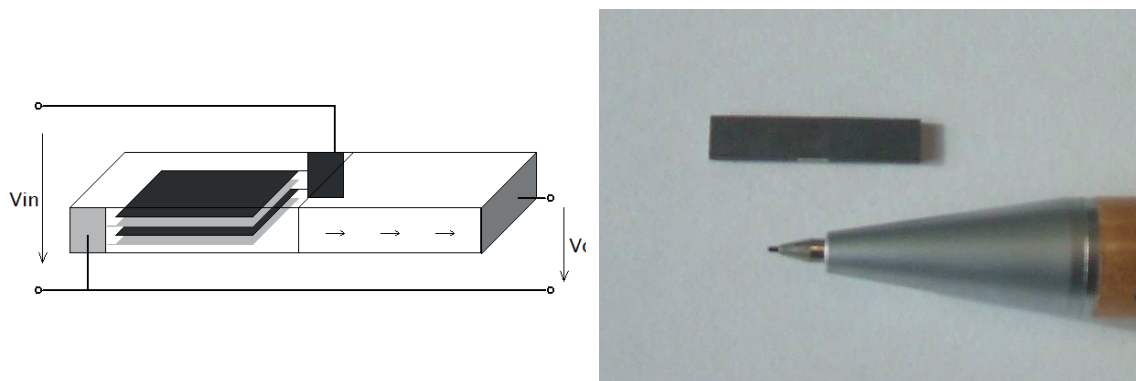
### II. PIEZOELEKTRICKÉ TRANSFORMÁTORY

Piezelektrické transformátory (PT) jsou alternativou ke klasickým transformátorům s elektromagnetickou vazbou. V případě PT je vazba mezi primární a sekundární stranu mechanická. Primární (budící) část PT převádí elektrickou energii na mechanickou pomocí nepřímého piezelektrického jevu. Mechanická energie v podobě vibrací je přenášena na sekundární stranu PT. Na sekundární (přijímací) straně je mechanická energie převedena zpět na energii elektrickou. K tomu je využito přímého piezelektrického jevu.

### III. VÍCEVRSTVÝ PIEZOELEKTRICKÝ TRANSFORMÁTOR ROSENOVA TYPU

Piezelektrický transformátor lze sestavit několika způsoby. Nejstarší variantu představuje PT Rosenova typu. Tyto PT lze dále dělit na jednovrstvé a vícevrstvé. Pro generování napětí řádu 100 V až 1 kV jsou velmi vhodné vícevrstvé PT Rosenova typu.

V případě tohoto typu PT je vstupní část tvořena sendvičovou strukturou tenkých keramických vrstev. Tyto vrstvy jsou interně střídavě pospojovány tak, aby vzniklo paralelní spojení. Tato sestava je naznačena na obrázku I.

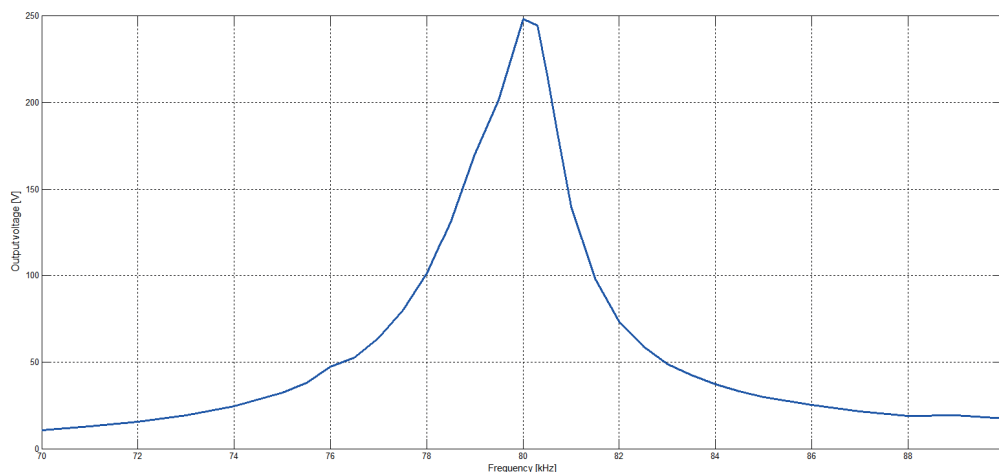


**Obrázek I. Vícevrstvý piezoelektrický transformátor Rosenova typu**

Tyto PT dosahují napěťového převodu okolo 50 až 80. Výstupní výkon může dosahovat až 5 W. Pro experiment byl použit transformátor SMMTF85P1S50 od firmy Steiner & Martins, inc. Parametry použitého PT jsou shrnuty v tabulce I. Na obrázku I je fotografie použitého PT.

**TABULKA I. PARAMETRY SMMTF85P1S50**

Napěťový převod	50
Pracovní frekvence	85 kHz
Max. vstupní napětí	10 V
Max. výstupní napětí	500 V
Max. výstupní výkon	100 mW
Vstupní kapacita	30 nF
Výstupní kapacita	45 pF
Šířka	4 mm
Výška	1 mm
Délka	20 mm



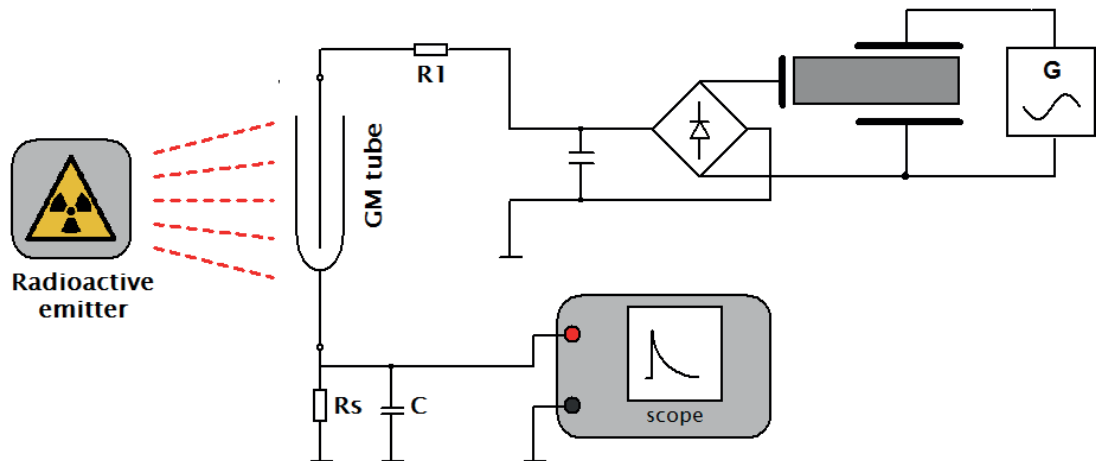
**Obrázek II. Frekvenční charakteristika PT SMMTF85P1S50**

#### IV. NAPÁJENÍ GEIGER-MÜLLEROVA DETEKTORU POMOCÍ PT

PT musí být napájen ze zdroje střídavého napětí. Nejvyšší výstupní napětí lze dosáhnout, pokud je PT buzen na své rezonanční frekvenci. Změřená frekvenční závislost výstupního napětí (při konstantním vstupním napětí) je na obrázku II. Změna budící frekvence PT je tedy jednou z možností, jak regulovat výstupní napětí PT. Další možností je změna amplitudy budícího napětí při konstantní frekvenci. Výstupní napětí z PT je usměrněn, vyfiltrováno a použito pro napájení GM trubice.

Sestava použitá při experimentu je blokově naznačena na obrázku III. Napájecí napětí pro GM trubici je získáváno pomocí PT s usměrňovačem a filtračním kondenzátorem. Napájecí napětí je připojeno na trubici přes rezistor  $R_1 = 4,7 \text{ M}\Omega$ . Pomocí osciloskopu byly snímány pulzy na paralelní kombinaci  $R_s = 220 \text{ k}\Omega$  a  $C = 82 \text{ pF}$ . Experiment byl proveden se dvěma typy GM trubic:

- **STS-5:** pro beta a gama záření. Pracovní napětí 360 – 440 V.
- **SI3BG:** pro beta a gama záření. Pracovní napětí 380 – 460 V.



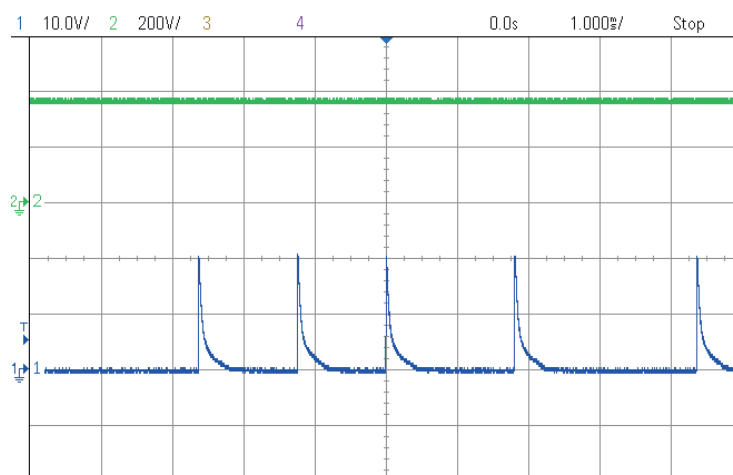
**Obrázek III. Experimentální sestava GM čítače**

Pro každou trubici bylo nejprve nutné nastavit vhodné napájecí napětí. Pro trubici STS – 5 bylo napájecí napětí nastaveno na 380 V. Pro trubici SI3BG bylo nastaveno napětí 440 V. Funkce byla ověřena pomocí testovacího zářiče. Při přiblížení zářiče k trubici, byly na osciloskopu zaznamenány pulzy.

Oscilogram zachycený během měření (s trubicí STS - 5) je na obrázku IV. První kanál (modrý průběh) zobrazuje průběh pulzů naměřených na snímacím rezistoru  $R_s$ . Druhý kanál (zelený průběh) ukazuje průběh napájecího napětí.

#### V. ZÁVĚR

Detektory ionizujícího záření, jako jsou Geiger-Müllerovy trubice, vyžadují pro svoji činnost napětí v řádu stovek voltů. V případě, že jsou tyto detektory použity v přenosných přístrojích napájených z baterie, je nutné použít malý DC/DC měnič pro generování potřebného napětí.



**Obrázek IV. Oscilogram zachycený při měření s trubicí STS-5**

V tomto článku je nastíněna možnost použití piezoelektrických transformátorů právě pro tuto aplikaci. PT Rosenova typu se díky svým vlastnostem jeví jako velmi vhodné pro tyto účely. Tyto PT dosahují vysokého napěťového převodu, mají nízkou hmotnost a malé rozměry.

Možnost použití PT pro tyto účely byla experimentálně ověřena. Vícevrstvý PT SMMTF85P1S50 od firmy Steiner & Martins, inc. byl použit pro napájení dvou Geiger-Müllerových trubic STS-5 a SI3BG. Na sestavě podle obrázku III byla ověřena funkčnost navrženého řešení s využití PT pro napájení GM trubic.

#### PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2018-005 a projektu SGS-2018-001: Výzkum a vývoj elektronických a komunikačních systémů ve vědeckých a inženýrských aplikacích.

#### LITERATURA

- [1] E.L. Horsley, M. P. Foster and D. A. Stone, "State of the art Piezoelectric Transformer technology" 2007 European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, 2007, pp. 1-10. doi: 10.1109/EPE.2007.4417637
- [2] C. Y. Lin, "Design and analysis of piezoelectric transformer converters" Doctoral thesis, 1997, Blacksburg, Virginia.
- [3] Vazquez Carazo, A. (2016). Piezoelectric Transformers: An Historical Review. *Actuators*. 5. 12. 10.3390/act5020012.
- [4] *Geiger Müller tubes* [online]. [cit. 2018-02-12]. Available from: [http://qa.ff.up.pt/radioquimica/Bibliografia/Diversos/geiger\\_tube\\_theory.pdf](http://qa.ff.up.pt/radioquimica/Bibliografia/Diversos/geiger_tube_theory.pdf)